

10/516827

Rec'd PCT/PTO 03 DEC 2004

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2003 年 12 月 24 日 (24.12.2003)

PCT

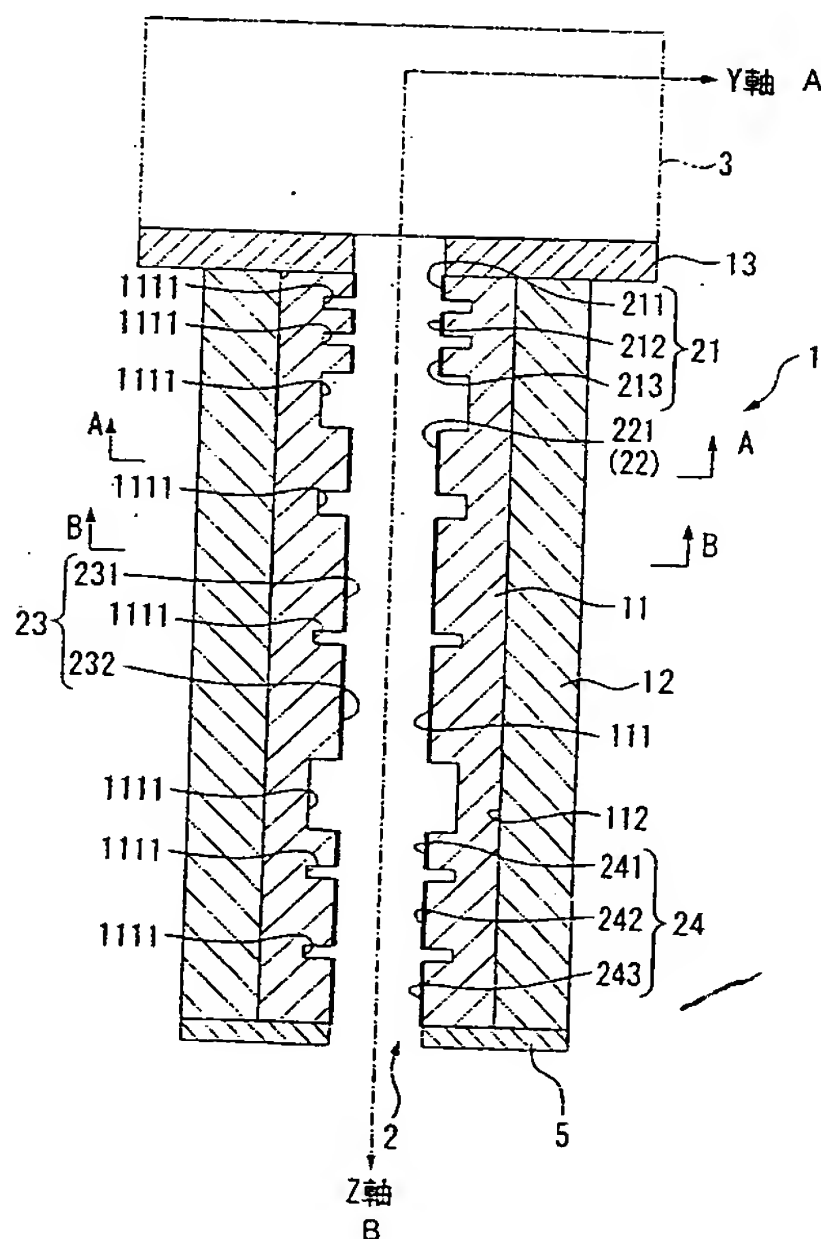
(10) 国際公開番号  
WO 03/107383 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01J 37/16, 37/12, 37/147, 37/153
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/07331
- (22) 国際出願日: 2003 年 6 月 10 日 (10.06.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-173174 2002 年 6 月 13 日 (13.06.2002) JP
- (71) 出願人 および  
(72) 発明者: 奥村 勝弥 (OKUMURA, Katsuya) [JP/JP]; 〒153-8904 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学先端科学技術研究センター内 Tokyo (JP). 三好 元介 (MIYOSHI, Motosuke) [JP/JP]; 〒153-8904 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学先端科学技術研究センター内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 成瀬 重雄 (NARUSE, Shigeo); 〒102-0093 東京都千代田区平河町 2 丁目 3 番 1 号 花菱イマス平河町ビル 4 階 成瀬・稲葉・井波特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

[続葉有]

(54) Title: ELECTRONIC OPTICAL LENS BARREL AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 電子光学鏡筒およびその製造方法



(57) Abstract: An electronic optical lens barrel suitable for miniaturizing and a production method therefore. A barrel body (1) is provided with an inner tube (11) and an outer tube (12), and consists of high-resistance, conductive ceramics in its entirety. Electrostatic lenses (21, 22, 23, 24) are attached to the inner surface (111) of the inner tube by plating, depositing, or other means. Those electrodes or electrode pieces at a common potential out of electrodes or electrode pieces (211-213, 221, 231, 232, 241-243) constituting a lens are connected together with a common wiring, whereby it is possible to collectively connect the electrodes or electrode pieces at a common potential to an external wiring.

BEST AVAILABLE COPY

WO 03/107383 A1

A...Y AXIS  
B...Z AXIS

[続葉有]



ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),  
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

本発明は、小型化に適する電子光学鏡筒およびその製造方法を提供する。

筒体(1)は、内筒(11)と外筒(12)とを備えている。筒体は、全体として高抵抗導電性のセラミックスにより構成されている。内筒の内面(111)には、静電レンズ(21, 22, 23, 24)が、めっき、蒸着その他の手段により取り付けられている。レンズを構成する電極または電極片(211~213, 221, 231, 232, 241~243)のうち、共通電位のものは、共通の配線により接続されている。これにより、共通電位の電極または電極片を、まとめて、外部配線に接続することができる。

## 明細書

## 電子光学鏡筒およびその製造方法

## 技術分野

本発明は、電子光学鏡筒およびその製造方法に関するものである。

## 背景技術

電子光学鏡筒は、例えば、走査型電子顕微鏡（SEM）や、イオンビーム（EB）装置において、電子線に対するレンズ作用を行うために用いられている。SEMに用いられる鏡筒の一例は、特開平6-187901号公報に、静電レンズとして記載されている。

ところで、最近では、微細加工などのために、電子線を高精度で集束させたいという要請がある。電子線の集束度を向上させるためには、高い電圧を印加することによって、電子に対する高加速を行う必要がある。すると、装置が大型でかつ高価格となるという問題が生じる。さらに、電子の速度が高くなると、次の問題がある。

- (a) 試料表面を電子線が突き抜けるため、表面の観察には適さなくなる。
- (b) 電子線によって試料が破壊される等の悪影響が発生する。
- (c) 生物試料の場合には、非導電物質のため、チャージアップしやすくなる。チャージアップを生じると、電界への影響が生じ、電子線の集束精度が劣化する。

しかしながら、もし、小型でかつ高精度の鏡筒を得ることができれば、電極から電子線までの距離を短くすることができる。すると、電子に対する加速電圧が低くても、電子線に対して大きな電界を与えることができ、したがって、電子線を高精度で収束させることが可能となる。

ところが、電子光学鏡筒に用いられる静電レンズは、取り付けや寸法に高い精度が必要とされる。鏡筒を小さくした場合には、静電レンズの取り付けや寸法における誤差が大きくなりがちであり、集束精度が劣化するおそれがある。

## 発明の開示

本発明は、前記の事情に鑑みてなされたものである。本発明は、小型化に適する電子光学鏡筒およびその製造方法を提供することを目的としている。

この発明の電子光学鏡筒は、筒体と、この筒体の内面に配置された静電レンズとを備えている。前記筒体の内面は、高抵抗導電性とされている。

前記電子光学鏡筒における前記筒体の内面は、高抵抗導電性を有するセラミックスによって構成されていてもよい。

前記筒体は、実質的に単一の材料によって構成されていてもよい。

前記単一の材料とは、高抵抗導電性を有するセラミックスであってもよい。

前記高抵抗導電性とは、例えば、抵抗率が  $10^8 \sim 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$  の状態である。

前記筒体は、内筒と外筒とを有してもよい。前記内筒は、前記外筒の内部に配置されることができる。

前記静電レンズは、前記筒体の内側に電界を発生させるための電極を備えることができる。前記電極には、この電極に電圧を印加するための配線を接続できる。前記配線は、前記内筒と外筒との間に配設できる。

前記電極を複数とすることができる。前記配線は、前記電極のうち同電位のものを互いに接続することができる。

前記配線は、前記電極のうちで異なる電位のものを、抵抗またはスイッチング素子を介して互いに接続する構成であってもよい。

前記静電レンズは、前記筒体の内側に電界を発生させるための電極を備えることができる。前記電極は、前記筒体の内面に付着していてもよい。

複数の静電レンズに備えられた電極は、互いに離間させられた複数の電極片を備えてもよい。前記各電極における電極片の数は、同じであってもよい。

複数の静電レンズは、電極を備えており、前記電極は、互いに離間させられた複数の電極片を備えており、前記電極片のうち、同電位の電極片は、配線によって互いに電氣的に接続されている構成とすることもできる。

本発明の電子光学鏡筒は、前記筒体が内筒と外筒とを有し、内筒が前記外筒の

内側に配置され、複数の静電レンズが、前記筒体の内側に電界を発生させるための電極をそれぞれ備え、前記電極が、前記筒体の内面に付着させられ、前記電極が、互いに離間させられた複数の電極片を備え、前記電極片のうち、同電位の電極片が、配線によって互いに電氣的に接続され、前記配線が、前記内筒と前記外筒との間に配置された構成であってもよい。

あるいは、本発明の電子光学鏡筒は、前記筒体が内筒と外筒とを有し、前記内筒が前記外筒の内側に配置され、前記静電レンズが複数とされ、前記各静電レンズが、筒体の内側に電界を発生させるための電極を備え、前記電極が、前記筒体の内面に付着させられ、前記電極が、互いに離間させられた複数の電極片を備え、前記電極片が、これらの電極片に対して異なる電圧を付与するための配線および抵抗を介して互いに接続され、前記配線および抵抗が、前記内筒と前記外筒との間に配置されている構成であってもよい。

あるいは、本発明の電子光学鏡筒は、前記筒体が内筒と外筒とを有し、前記内筒が前記外筒の内側に配置され、前記静電レンズが複数とされ、前記各静電レンズが、前記筒体の内側に電界を発生させるための電極を備え、前記電極が、前記筒体の内面に付着させられ、前記電極が、互いに離間させられた複数の電極片を備え、前記電極片が、これらの電極片に対して異なる電圧を付与するための配線およびスイッチング素子を介して互いに接続され、前記配線およびスイッチング素子が、前記内筒と前記外筒との間に配置されている構成であってもよい。

前記電子光学鏡筒は、前記静電レンズが複数とされ、前記静電レンズどうしの間に溝が形成された構成であってもよい。

前記電子光学鏡筒は、静電レンズが複数の電極を備え、前記電極どうしの間に溝が形成された構成であってもよい。

前記電子光学鏡筒は、前記静電レンズが電極を備え、前記電極が複数の電極片を備え、前記電極片どうしの間に溝が形成された構成であってもよい。

前記電子光学鏡筒は、前記筒体の一端に電子銃室を備えた構成であってもよい。

前記電子光学鏡筒は、筒体の他端に二次電子ディテクタを備えた構成であってもよい。

前記電子光学鏡筒は、筒体の一端に、電子銃室取り付け用のフランジを、筒体と一体で設けたものでもよい。

前記電子光学鏡筒は、前記筒体の一端に、電子銃室の側壁を構成する筒部を、前記筒体と一体に設けたものでもよい。

本発明の走査型電子顕微鏡は、前記した鏡筒を備えたものである。

本発明のイオンビーム装置は、前記した鏡筒を備えたものである。

本発明の電子光学鏡筒の製造方法は、次のステップを有している。

- (1) 筒体の内面に導電材料を被膜するステップ、
- (2) 前記被膜された導電材料の一部を除去することにより、静電レンズを構成するための1セットの電極を得るステップ。

あるいは、電子光学鏡筒の製造方法は、「筒体の内面に所定のパターンで導電材料を被膜することにより、レンズを構成するための1セットの電極を得るステップ」を有していてもよい。

あるいは、本発明の電子光学鏡筒の製造方法は、次のステップを有していてもよい。

- (1) 筒体の内面に導電材料を被覆するステップ、
- (2) 前記被膜された導電材料の一部を除去することにより、一つまたは複数のレンズを構成するための複数の電極を得るステップ、
- (3) 前記複数の電極のうち、同電位のものを、配線により接続するステップ。

あるいは、本発明の電子光学鏡筒の製造方法は、次のステップを有していてもよい。

- (1) 筒体の内面に導電材料を被覆するステップ、
- (2) 前記被膜された導電材料の一部を除去することにより、静電レンズ用の電極を構成するための複数の電極片を得るステップ、
- (3) 前記複数の電極片のうち、同電位のものを、配線により接続するステップ。

あるいは、本発明の電子光学鏡筒の製造方法は、次のステップを有していてもよい。

- (1) 内筒の外面に配線を配置するステップ、



- (2) 前記内筒の内面に配置されるべき電極と前記配線とを接続するためのスルーホールを、前記ステップ(1)の前または後に、前記内筒に形成するステップ、
- (3) 前記内筒の外側に外筒をはめ合わせるステップ、
- (4) 前記外筒に、前記配線と外部回路とを接続するためのスルーホールを、前記ステップ(3)の前または後に、前記外筒に形成するステップ。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1実施形態に係る鏡筒の縦断面において、配線の記載を省略した説明図である。

図2は、図1のA-A線に沿う概略的な断面図である。

図3は、図1の鏡筒におけるレンズ作用を説明するための説明図である。

図4は、図2の要部の拡大図である。

図5は、図1のB-B線に沿う概略的な要部断面図である。

図6は、図1の鏡筒に用いる電子銃室の縦断面図である。

図7は、図1の鏡筒において配線の記載を加えた説明図である。

図8は、図7のC-C線に沿う断面図である。

図9は、図7のD-D線に沿う断面図である。

図10は、図7のE-E線に沿う断面図である。

図11Aから図11Dは、図1の鏡筒の製造方法を説明するための説明図である。

図12Aから図12Fは、図1の鏡筒の製造方法を説明するための説明図である。

図13は、本発明の第2実施形態に係る鏡筒の縦断面における説明図である。

図14は、本発明の第4実施形態における配線構造を説明するための模式的な説明図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の第1実施形態に係る電子光学鏡筒を、図1～図12に基づいて、以下に説明する。この実施形態に係る鏡筒は、筒体1と、この筒体1の内面に配置された静電レンズ（本明細書においてはレンズと略称することがある。）2と、電子銃室3と、配線4と、二次電子ディテクタ5とを備えている（図1および図7参照）。

筒体1は、内筒11と、外筒12と、フランジ13とを備えている（図1参照）。これらの材質としては、この実施形態では、すべて、高抵抗導電性のセラミックスが用いられている。また、この実施形態では、高抵抗導電性セラミックスの抵抗率は $10^8 \sim 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ とされている。より好ましくは、この抵抗率は、 $10^8 \sim 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 程度である。抵抗率が高すぎると、電荷のリークがなくなり、チャージアップを発生しやすくなる。抵抗率が低すぎると、電極間の漏れ電流が大きくなってしまう。この抵抗率は、チャージアップを有効に防止できる程度に電荷のリークを発生させるように設定されることが望ましい。その範囲であれば、漏れ電流を防ぐために、抵抗率を高く設定することが好ましい。

本実施形態で用いられるセラミックスの組成としては、例えば、主原料としての $\text{Al}_2\text{O}_3$ に10%から20%の $\text{TiO}_2$ を混入したもの、あるいは、主原料としての $\text{ZrO}_2$ に約30%の $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、4%の $\text{Y}_2\text{O}_3$ を混入したものが用いられる。また、 $\text{SiC}$ を主原料として、 $\text{B}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ を0.2%から1%程度混入させたものを用いることもできる。本実施形態におけるセラミックスは、比較的高抵抗（ $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 程度）であり、かつ、密度が、純粋な材料に近いことが好ましい。この観点からは、純粋な $\text{Al}_2\text{O}_3$ や、これに特性が近い、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ に15%の $\text{TiO}_2$ を混入したものが好ましい。この構成により、筒体1の内面（すなわち内筒11の内面111）は、高抵抗導電性のセラミックスによって構成されたものとなっている。また、前記の構成により、筒体1は、実質的に単一の材料（すなわち高抵抗導電性セラミックス）によって構成されたものとなっている。内筒11および外筒12は、一般に、セラミックスの粉末を高圧で成型した後、焼結することによって得ることができる。

内筒11は、円筒形状とされている。内筒11には、内面111と外面112とを連通させるスルーホール113が形成されている（図7参照）。スルーホール



1 1 3 の内部には、内面 1 1 1 に取り付けられた電極（後述）に接続され、かつ、外面 1 1 2 まで延長された配線 1 1 4 が配置されている。

外筒 1 2 は、内筒 1 1 の外側にはまり合う円筒形状とされている。より具体的には、外筒 1 2 の内径は、内筒 1 1 の外径よりも僅かに小さくされており、焼きばめまたは冷やしばめによって内筒 1 1 にはめ合わせることができるようになっている。外筒 1 2 には、内筒 1 1 と同様に、内面 1 2 1 と外面 1 2 2 とを連通させるスルーホール 1 2 3 が形成されている（図 7 参照）。スルーホール 1 2 3 の内部には、内筒 1 1 の配線 1 1 4、または、内筒 1 1 の外面に配置された配線 4 に接続され、かつ、外筒 1 2 の外面 1 2 2 まで延長された配線 1 2 4 が配置されている。

レンズ 2 は、ガンレンズ 2 1 と、非点収差補正器 2 2 と、X Y 偏向器 2 3 と、対物レンズ 2 4 とを備えている（図 1 参照）。レンズ 2 のレンズ作用を図 3 に模式的に示した。ガンレンズ 2 1 は、電極 2 1 1、2 1 2 および 2 1 3 を備えたトライオード型となっている（図 1 参照）。このように、複数の電極によって一つのレンズが構成されている場合、これら複数の電極を、1 セットの電極と称する。各電極 2 1 1 ~ 2 1 3 は、薄厚のリング状とされている。各電極 2 1 1 ~ 2 1 3 の厚さは、例えば、2 ~ 5  $\mu\text{m}$  とされている。各電極 2 1 1 ~ 2 1 3 の幅は、例えば、3 ~ 6 mm とすることができる。この幅は、レンズに求められる電子光学特性と加工上の容易さとによって一般に決定される。各電極 2 1 1 ~ 2 1 3 どうしの間には、内筒 1 1 の周方向に延長された溝 1 1 1 1 が形成されている。この溝 1 1 1 1 により、電極 2 1 1 ~ 2 1 3 どうしが分離されている。両端の電極 2 1 1 および 2 1 3 には 0 V（アース）が接続されている。なお、本明細書においては、「アースに接続されている場合」についても「電圧が印加されている」と称している。中央の電極 2 1 2 には、適切な電圧（必要な電界を生成できる電圧）が印加されるようになっている（配線については後述）。

非点収差補正器 2 2 は、一つの電極 2 2 1 を備えている。電極 2 2 1 は、内筒 1 1 の周方向に沿って配置された 8 個の電極片 2 2 1 1 ~ 8 を備えている。図 4 に、各電極片 2 2 1 1 ~ 8 の配置を示した。各電極片 2 2 1 1 ~ 8 の間には、内筒 1 の軸方向に延長された溝 1 1 1 2 が形成されている。溝 1 1 1 2 によって、

電極 2 2 1 が、電極片 2 2 1 1 ～ 8 に分割されている。各電極片 2 2 1 1 ～ 8 には、配線（後述）を介して、それぞれ、以下の電圧が印加されるようになっている。なお、0 V の場合は、アースに接続されるという意味である。

電極片 2 2 1 1、2 2 1 5 :  $V_y$  [V]、

電極片 2 2 1 2、2 2 1 3、2 2 1 6、2 2 1 7 : 0 [V]、

電極片 2 2 1 4、2 2 1 8 :  $V_x$  [V]。

ここで、添え字の  $x$ 、 $y$  は、互いに直交する方向であることを示している。電圧  $V_y$  は、 $y$  方向に発生した非点収差をうち消すために必要な電圧  $V$  という意味である。電圧  $V_x$  は、 $y$  方向と直交する方向である  $x$  方向に発生した非点収差をうち消すために必要な電圧  $V$  という意味である。

電位が共通する複数の電極片どうしは、後述するように、配線 4 により互いに接続されている。

XY 偏向器 2 3 は、周方向に延びる二つの電極 2 3 1 および 2 3 2 を備えている（図 1 参照）。電極 2 3 1 と電極 2 3 2 との間は、周方向に延びる溝 1 1 1 1 により分離されている。各電極 2 3 1 および 2 3 2 は、それぞれ、8 個の電極片 2 3 1 1 ～ 8 および 2 3 2 1 ～ 8 を備えている。図 2 および図 5 に、これらの電極片の配置を示した。各電極片の間には、非点収差補正器 2 2 の場合と同様に、軸方向の溝 1 1 1 2 が形成されている。各電極片 2 3 1 1 ～ 8 および 2 3 2 1 ～ 8 には、配線（後述）を介して、それぞれ、以下の電圧が印加されるようになっている。

電極片 2 3 1 1、2 3 1 2、2 3 2 1、2 3 2 2 :  $V_y$  [V]、

電極片 2 3 1 3、2 3 1 8、2 3 2 3、2 3 2 8 :  $b_0 V_y$  [V]、

電極片 2 3 1 4、2 3 1 7、2 3 2 4、2 3 2 7 :  $-b_0 V_y$  [V]、

電極片 2 3 1 5、2 3 1 6、2 3 2 5、2 3 2 6 :  $-V_y$  [V]。

ただし、

$$b_0 = \sqrt{2} - 1$$

である。

ここでも、電位が共通する複数の電極片は、後述するように、配線 4 により互いに接続されている。

対物レンズ 2 4 は、ガンレンズ 2 1 と同様に、電極 2 4 1、2 4 2 および 2 4 3 を備えたトライオード型となっている（図 1 参照）。各電極 2 4 1 ～ 2 4 3 は、薄厚のリング状とされている。両端の電極 2 4 1 および 2 4 3 には 0 V（アース）が接続されている。中央の電極 2 1 2 には、適切な電圧（必要な電界を生成できる電圧）が印加されるようになっている（配線については後述）。対物レンズ 2 4 における他の構成は、ガンレンズ 2 1 と同様である。

電子銃室 3 は、真空チャンバ 3 1 と、イオンポンプ 3 2 と、電子銃カソード 3 3 とを備えている（図 6 参照）。真空チャンバ 3 1 は、筒体 1 のフランジ 1 3 に取り付けられている。電子銃カソード 3 3 は、筒体 1 と同軸となる位置に配置されている。電子銃カソード 3 3 の基部は、真空チャンバ 3 1 の内面に取り付けられている。電子銃カソード 3 3 の先端部は、筒体 1 に向けて配置されている。

イオンポンプ 3 2 は、ヨーク 3 2 1 と、永久磁石 3 2 2 と、カソード 3 2 3 と、アノード 3 2 4 とを備えている。ヨーク 3 2 1 は、円筒状の本体 3 2 1 1 と、その両端に一体に形成された二つのフランジ 3 2 1 2 とを備えている。永久磁石 3 2 2 は、二つのフランジ部 3 2 1 2 の対向面にそれぞれ取り付けられている。カソード 3 2 3 は、本体 3 2 1 1 の側面（外周面）に配置されている。アノード 3 2 4 は、真空チャンバ 3 1 の内面であって、かつ、カソード 3 2 3 に対向する位置に配置されている。カソード 3 2 3 およびアノード 3 2 4 は、例えばめっきや蒸着によって形成することができる。

配線 4 は、内筒 1 1 と外筒 1 2 との間に配置されている。配線 4 は、この実施形態では、同電位の電極または電極片に接続された、内筒 1 1 の配線 1 1 4 を、外筒 1 2 の配線 1 2 4 に接続している（図 7 参照）。配線 4 は、筒体 1 の軸方向に延長された配線 4 1 と、周方向に延長された配線 4 2 とを含んでいる（図 9 参照）。配線 4 1 は、図 7 に示されるように、次の 2 カ所に配置されている。参考のため、図 8 に、図 7 の C-C 線に沿う断面図を示す。

(1) ガンレンズ 2 1 を構成する電極 2 1 1 と 2 1 3 とに接続された配線 1 1 4 どうしを接続する位置、

(2) 対物レンズ 2 4 を構成する電極 2 4 1 と 2 4 3 とに接続された配線 1 1 4 どうしを接続する位置。

筒体 1 の周方向に延長された配線 4 2 は、次の箇所に配置されている。

(1) 図 9 および図 10 に示されるように、X Y 偏向器 2 3 の電極 2 3 1 における電極片 2 3 1 1 ~ 2 3 1 8 のうち、同電位のものをそれぞれ接続する位置、

(2) 前記 (1) と同様に、電極 2 3 2 における電極 2 3 2 1 ~ 8 のうち、同電位のものを接続する位置 (図示せず)、

(3) 前記 (1) および (2) と同様に、非点収差補正器 2 2 の電極片 2 2 1 1 ~ 8 のうち、同電位のものを接続する位置 (図示せず)。

二次電子ディテクタ 5 は、筒体 1 の先端に取り付けられている (図 1 および図 7 参照)。二次電子ディテクタ 5 の構成は、従来から知られているものと同様なので、詳細な説明は省略する。

つぎに、本実施形態における鏡筒の製造方法を、図 11 および図 12 に基づいて説明する。まず、焼結等の適宜な方法により、内筒 1 1 および外筒 1 2 を得る。ついで、望ましくは、寸法精度を上げるため、内筒 1 1 の内面 1 1 1 を研磨する。ついで、内筒 1 1 の側面に、内外方向に貫通するスルーホール 1 1 3 を形成する。ついで、スルーホール 1 1 3 の内部に、ろう材などの導電材料を充填する。これにより、内筒 1 1 における配線 1 1 4 を得る。ついで、内筒 1 1 の外面 1 1 2 に、配線 4 を形成する (図 11 A)。配線 4 は、めっきや蒸着などの任意の方法により形成することができる。

ついで、内筒 1 1 の外側に、焼きばめまたは冷やしばめによって、外筒 1 2 をはめ合わせる (図 11 B)。ついで、外筒 1 2 の側面に、外筒 1 2 を内外方向に貫通するスルーホール 1 2 3 を形成する (図 11 C)。ついで、スルーホール 1 1 3 の場合と同様にして、スルーホール 1 2 3 の内部に導電材料を充填する (図 11 D)。これにより、外筒 1 2 における配線 1 2 4 を得ることができる。前記した各スルーホールや配線の位置は、予め決められた位置とされている。ついで、内筒 1 1 および外筒 1 2 の端部にフランジ 1 3 を取り付ける。このようにして、筒体 1 を得ることができる (図 12 A および B)。なお、図 12 においては、図 11 に示した配線やスルーホールは記載を省略している。

ついで、内筒 1 1 の内面に、めっきや蒸着などの手段により、金属被膜 V を形成する (図 1 2 C、D)。金属被膜 V を形成した後、表面精度を高めるための研磨加工を行う。ついで、各レンズおよび電極を分割する溝 1 1 1 1 および 1 1 1 2 を形成する (図 1 2 E、F)。溝 1 1 1 1 および 1 1 1 2 の形成方法としては、例えば、フォトリソグラフィを利用したエッチングを用いることができる。もちろん、機械加工によりこれらの溝を形成してもよい。このように、溝を形成することによって、金属被膜 V を分割して、電極または電極片を得ることができる。

つぎに、本発明の鏡筒の動作を説明する。まず、電子銃室 3 (図 6 参照) の動作を説明する。電子銃室 3 においては、カソード 3 2 3 とアノード 3 2 4 との間に高電圧を印加する。これによりカソードから引き出された電子は、永久磁石 3 2 2 により発生した磁界の作用によって螺旋運動し、その間に、残留気体分子に衝突する。すると、残留気体分子はイオン化し、カソード 3 2 3 に吸着される。このようなイオンポンプの作用は良く知られているので、これ以上の説明は省略する。このようにして、イオンポンプ 3 2 の内部を高真空とすることができる。

ついで、ガンレンズ 2 1 の作用により、電子銃カソード 3 3 から電子が引き出される。引き出された電子は、非点収差補正器 2 2、XY 偏向器 2 3、対物レンズ 2 4 を通過して対象物に到達する (図 3 参照)。

本実施形態の鏡筒によれば、筒体 1、特に内筒 1 1 を、高抵抗導電性としているので、電極間におけるチャージアップ量 (散乱した電子が、電極間に露出した絶縁物表面に堆積して生じる電荷量) を減少させることができる。筒体 1 の内面の抵抗率が高すぎると、電極間にチャージアップを生じ、これによって、筒体 1 の内部の電界が乱されてしまうという問題が発生する。電界が乱されると、電子の集束度が低下し、例えば、SEM 画像のボケを引き起こすことになりうる。本実施形態の鏡筒では、こうした問題の回避が容易となる。

また、本実施形態の鏡筒によれば、内筒 1 1 を単一材料により構成し、内筒 1 1 の表面に電極を形成しているので、容易に、かつ高精度で電極を配置することができる。



さらに、本実施形態の鏡筒によれば、内筒 1 1 と外筒 1 2 との間に配線 4 を設けたので、配線を筒体 1 の外部に設置する場合に比較して、鏡筒を小型化することが容易となる。

また、本実施形態の鏡筒では、共通電位の電極を共通配線としているので、筒体 1 の外側における結線箇所数を減らすことができる。例えば、ガンレンズ 2 1 においては、共通電位である電極 2 1 1 と電極 2 1 3 とを共通配線としている。仮に、各電極について、外部配線とそれぞれ結線すれば、結線数は 3 となる。これに対して、本実施形態によれば、結線数を 2 とすることができる。同様に、配線 4 を設けたことにより、非点収差補正器 2 2、X Y 偏向器 2 3、対物レンズ 2 4 においても、外部配線との結線数を減少させることができる。これにより、SEM や電子ビーム装置に鏡筒を取り付ける作業を容易とすることができる。

つぎに、本発明の第 2 実施形態に係る鏡筒を、図 1 3 に基づいて説明する。この実施形態では、電子銃室 3 の真空チャンバ 3 1 が、筒部 3 1 1 と蓋部 3 1 2 とを有している。筒部 3 1 1 は、筒体 1 のフランジ 1 3 と一体に構成されている。蓋部 3 1 2 の内面には、電子銃カソード 3 3 とヨーク 3 2 1 とが取り付けられている。筒部 3 1 1 の内面には、アノード 3 2 4 が取り付けられている。他の構成は、前記した第 1 実施形態と同様なので、同一符号を付して説明を省略する。

第 2 実施形態の鏡筒によれば、真空チャンバ 3 1 を構成する筒部 3 1 1 を筒体 1 と一体に構成しているので、電子銃室 3 と筒体 1 との位置決めを精度良く行うことができる。

つぎに、本発明の第 3 実施形態に係る鏡筒を説明する。この実施形態では、すべての電極が、図 4 または図 5 に示される例と同様に、軸方向の溝 1 1 1 2 によって、8 分割されている。この場合、ガンレンズ 2 1 や対物レンズ 2 4 のように、回転対称の電極については、配線 4 を用いて、各電極片について、共通の配線とする。

第 3 実施形態によれば、すべての電極について溝 1 1 1 2 を形成するので、溝 1 1 1 2 を内筒 1 1 の内面に沿って一気に形成することができ、製造作業を簡易とすることができるという利点がある。他の構成および利点は、前記した第 1 実施形態と同様なので、詳細な説明を省略する。



つぎに、本発明の第4実施形態に係る鏡筒を図14に基づいて説明する。なお、図14は、配線のみを説明するために、模式的に記載されている。この鏡筒においては、配線4に、抵抗43を直列に挿入している。このようにすれば、配線4を共通としながら、各電極または電極片に加える電圧を異ならせることができる。また、抵抗43に代えて、トランジスタなどのスイッチング素子を用いることも可能である。この場合には、加える電圧をより複雑に設定することができる。

なお、前記実施形態および実施例の記載は単なる一例に過ぎず、本発明に必須の構成を示したものではない。各部の構成は、本発明の趣旨を達成できるものであれば、上記に限らない。

例えば、前記各実施形態では、筒体1全体を高抵抗導電性セラミックスによって構成している。しかしながら、筒体1の内面のみをこの組成により構成してもよい。さらには、電極または電極片の間のみをこの組成とすることも可能である。

また、電極または電極片を形成する場合には、例えば印刷法によって、初めから一定のパターンでこれらを付着させることも可能である。

さらに、本実施形態では、鏡筒を2層構造としているが、これに限らず、3層以上の複層構造とすることもできる。

また、本実施形態では、内筒11と外筒12とを、セラミックスの焼結後に、焼きばめまたは冷やしばめによってはめ合わせている。しかしながら、セラミックスを高圧で成型した後、焼結前に両者をはめ合わせ、この状態で両者を一緒に焼結することも可能である。この方法によっても、内筒と外筒とをはめ合わせることができる。

#### 産業上の利用可能性

本発明によれば、小型化に適する電子光学鏡筒およびその製造方法を提供することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 筒体と、この筒体の内面に配置された静電レンズとを備えており、前記筒体の内面は、高抵抗導電性とされていることを特徴とする電子光学鏡筒。
2. 前記筒体の内面は、高抵抗導電性を有するセラミックスによって構成されていることを特徴とする請求項1記載の電子光学鏡筒。
3. 前記筒体は、実質的に単一の材料によって構成されていることを特徴とする請求項1記載の電子光学鏡筒。
4. 前記単一の材料は、高抵抗導電性を有するセラミックスであることを特徴とする請求項3記載の電子光学鏡筒。
5. 前記高抵抗導電性とは、抵抗率が $10^8 \sim 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ の状態であることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の電子光学鏡筒。
6. 前記筒体は、内筒と外筒とを有し、前記内筒は、前記外筒の内部に配置されていることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項記載の電子光学鏡筒。
7. 前記静電レンズは、前記筒体の内側に電界を発生させるための電極を備えており、前記電極には、この電極に電圧を印加するための配線が接続されており、前記配線は、前記内筒と外筒との間に配設されていることを特徴とする請求項6記載の電子光学鏡筒。
8. 前記電極は複数とされており、前記配線は、前記電極のうち同電位のものを互いに接続していることを特徴とする請求項7記載の電子光学鏡筒。
9. 前記電極は複数とされており、前記配線は、前記電極のうちで異なる電位のものを、抵抗またはスイッチング素子を介して互いに接続していることを特徴とする請求項7記載の電子光学鏡筒。
10. 前記静電レンズは、前記筒体の内側に電界を発生させるための電極を備えており、前記電極は、前記筒体の内面に付着させられていることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項記載の電子光学鏡筒。
11. 前記静電レンズは、複数とされており、前記各静電レンズに備えられた前記電極は、互いに離間させられた複数の電極片を備えており、前記各電極における電極片の数は、同じとされていることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項記載の電子光学鏡筒。

- 1 2. 前記静電レンズは、複数とされており、前記各静電レンズは、電極を備えており、前記電極は、互いに離間させられた複数の電極片を備えており、前記電極片のうち、同電位の電極片は、配線によって互いに電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項記載の電子光学鏡筒。
- 1 3. 前記筒体は、内筒と外筒とを有し、前記内筒は前記外筒の内側に配置されており、前記静電レンズは、複数とされており、前記各静電レンズは、前記筒体の内側に電界を発生させるための電極を備えており、前記電極は、前記筒体の内面に付着させられており、前記電極は、互いに離間させられた複数の電極片を備えており、前記電極片のうち、同電位の電極片は、配線によって互いに電氣的に接続されており、前記配線は、前記内筒と前記外筒との間に配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の電子光学鏡筒。
- 1 4. 前記筒体は、内筒と外筒とを有し、前記内筒は前記外筒の内側に配置されており、前記静電レンズは、複数とされており、前記各静電レンズは、前記筒体の内側に電界を発生させるための電極を備えており、前記電極は、前記筒体の内面に付着させられており、前記電極は、互いに離間させられた複数の電極片を備えており、前記電極片は、これらの電極片に対して異なる電圧を付与するための配線および抵抗を介して互いに接続されており、前記配線および抵抗は、前記内筒と前記外筒との間に配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の電子光学鏡筒。
- 1 5. 前記筒体は、内筒と外筒とを有し、前記内筒は前記外筒の内側に配置されており、前記静電レンズは、複数とされており、前記各静電レンズは、前記筒体の内側に電界を発生させるための電極を備えており、前記電極は、前記筒体の内面に付着させられており、前記電極は、互いに離間させられた複数の電極片を備えており、前記電極片は、これらの電極片に対して異なる電圧を付与するための配線およびスイッチング素子を介して互いに接続されており、前記配線およびスイッチング素子は、前記内筒と前記外筒との間に配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の電子光学鏡筒。
- 1 6. 前記静電レンズは複数とされており、前記静電レンズどうしの間には溝が形成されていることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項記載の電子光学鏡

筒。

17. 前記静電レンズは複数の電極を備えており、前記電極どうしの間には溝が形成されていることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項記載の電子光学鏡筒。

18. 前記静電レンズは電極を備えており、前記電極は複数の電極片を備えており、前記電極片どうしの間には溝が形成されていることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項記載の電子光学鏡筒。

19. 前記筒体の一端には、電子銃室が備えられていることを特徴とする請求項1～18のいずれか1項記載の電子光学鏡筒。

20. 前記筒体の他端には、二次電子ディテクタが備えられていることを特徴とする請求項1～19のいずれか1項記載の電子光学鏡筒。

21. 前記筒体の一端には、電子銃室取り付け用のフランジが、筒体と一体で設けられていることを特徴とする請求項1～20のいずれか1項記載の電子光学鏡筒。

22. 前記筒体の一端には、電子銃室の側壁を構成する筒部が、前記筒体と一体に設けられていることを特徴とする請求項1～21のいずれか1項記載の電子光学鏡筒。

23. 請求項1～22のいずれか1項記載の鏡筒を備えた走査型電子顕微鏡。

24. 請求項1～18のいずれか1項記載の鏡筒を備えたイオンビーム装置。

25. 次のステップを有する電子光学鏡筒の製造方法；

- (1) 筒体の内面に導電材料を被膜するステップ、
- (2) 前記被膜された導電材料の一部を除去することにより、静電レンズを構成するための1セットの電極を得るステップ。

26. 筒体の内面に所定のパターンで導電材料を被膜することにより、レンズを構成するための1セットの電極を得るステップを有する電子光学鏡筒の製造方法。

27. 次のステップを有する電子光学鏡筒の製造方法；

- (1) 筒体の内面に導電材料を被覆するステップ、
- (2) 前記被膜された導電材料の一部を除去することにより、一つまたは複数の

レンズを構成するための複数の電極を得るステップ、

(3) 前記複数の電極のうち、同電位のものを、配線により接続するステップ。

28. 次のステップを有する電子光学鏡筒の製造方法；

(1) 筒体の内面に導電材料を被覆するステップ、

(2) 前記被膜された導電材料の一部を除去することにより、静電レンズ用の電極を構成するための複数の電極片を得るステップ、

(3) 前記複数の電極片のうち、同電位のものを、配線により接続するステップ。

29. 次のステップを有する電子光学鏡筒の製造方法；

(1) 内筒の外面に配線を配置するステップ、

(2) 前記内筒の内面に配置されるべき電極と前記配線とを接続するためのスルーホールを、前記ステップ(1)の前または後に、前記内筒に形成するステップ、

(3) 前記内筒の外側に外筒をはめ合わせるステップ、

(4) 前記外筒に、前記配線と外部回路とを接続するためのスルーホールを、前記ステップ(3)の前または後に、前記外筒に形成するステップ。

图 1

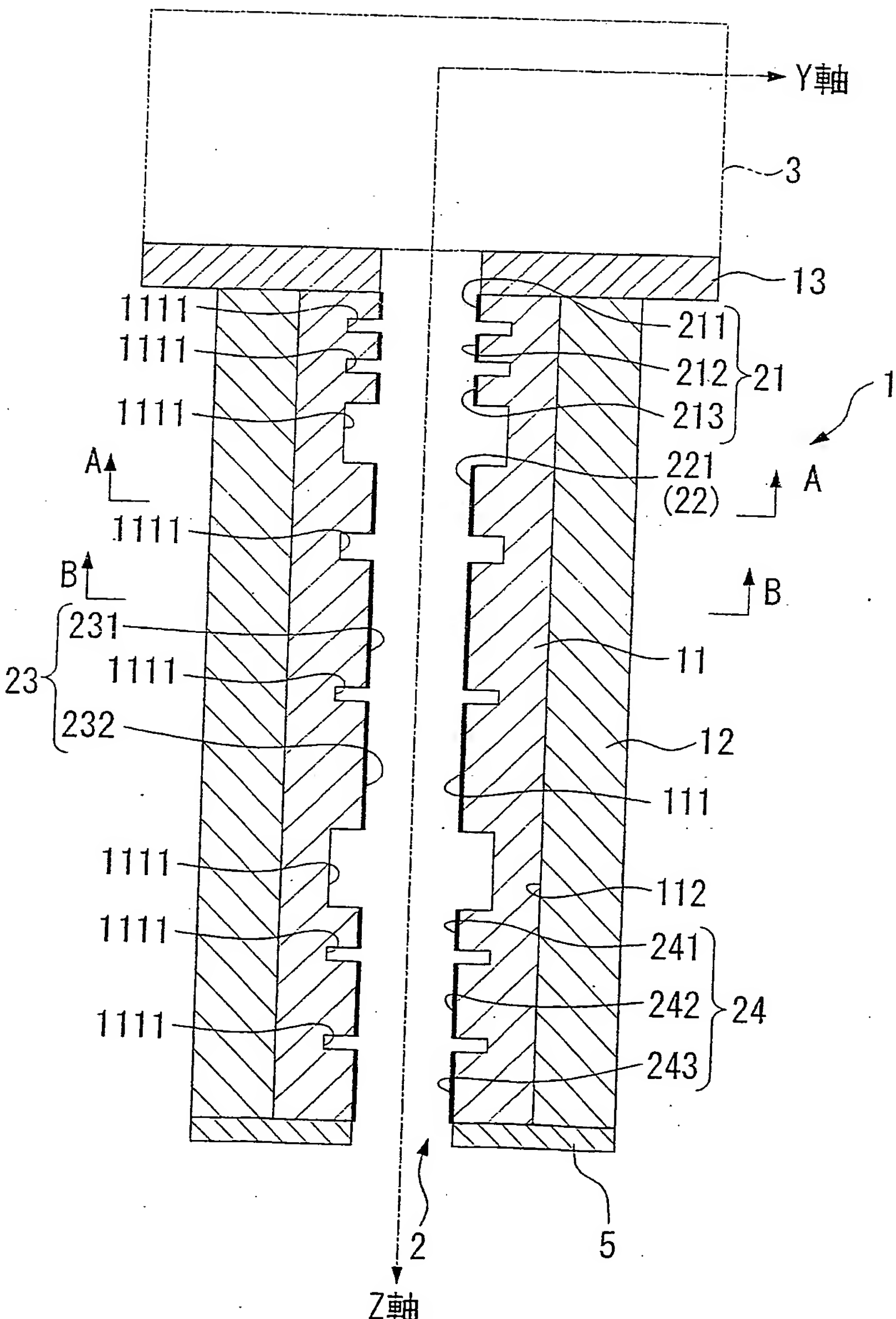




図 2

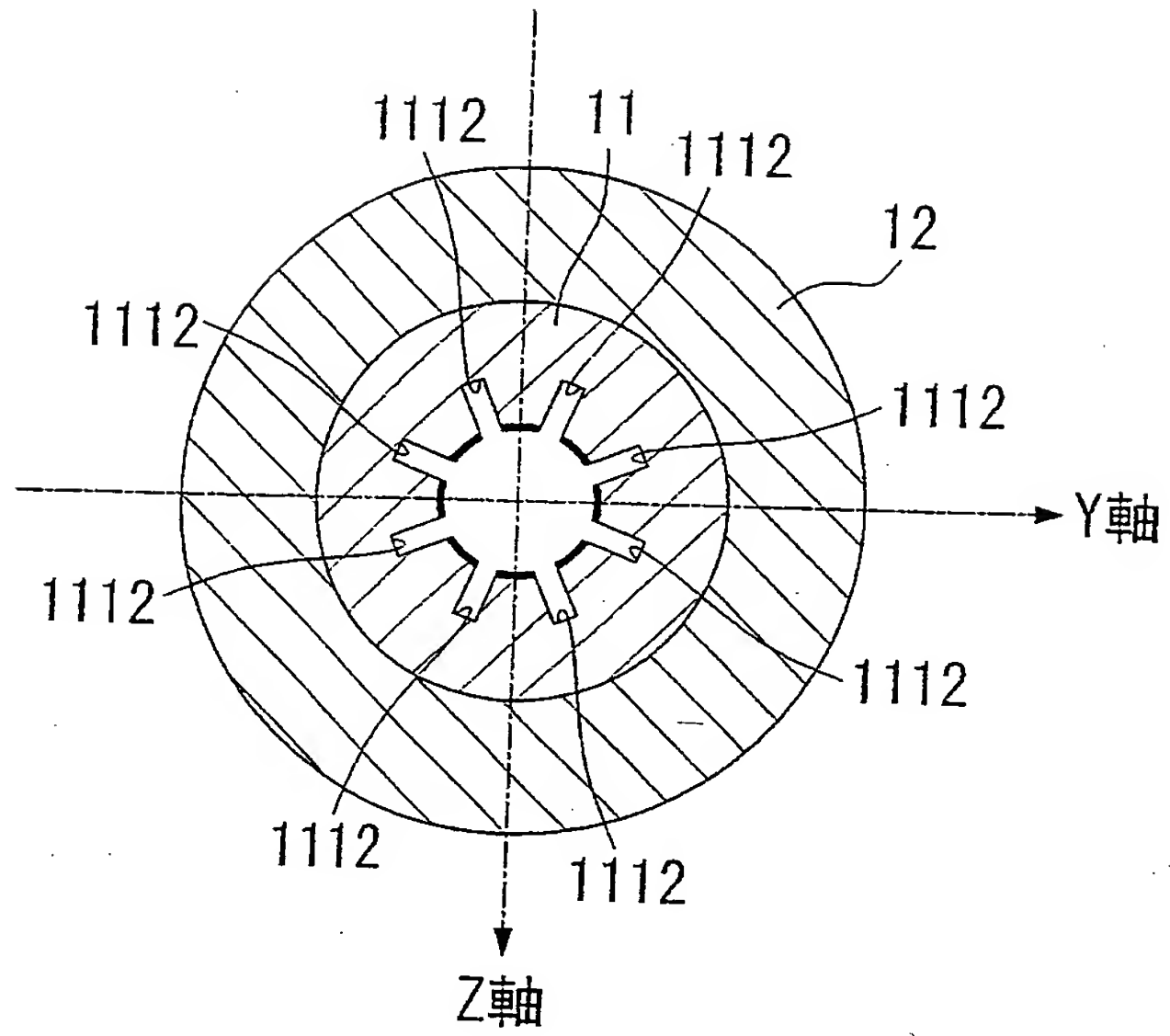


図 3

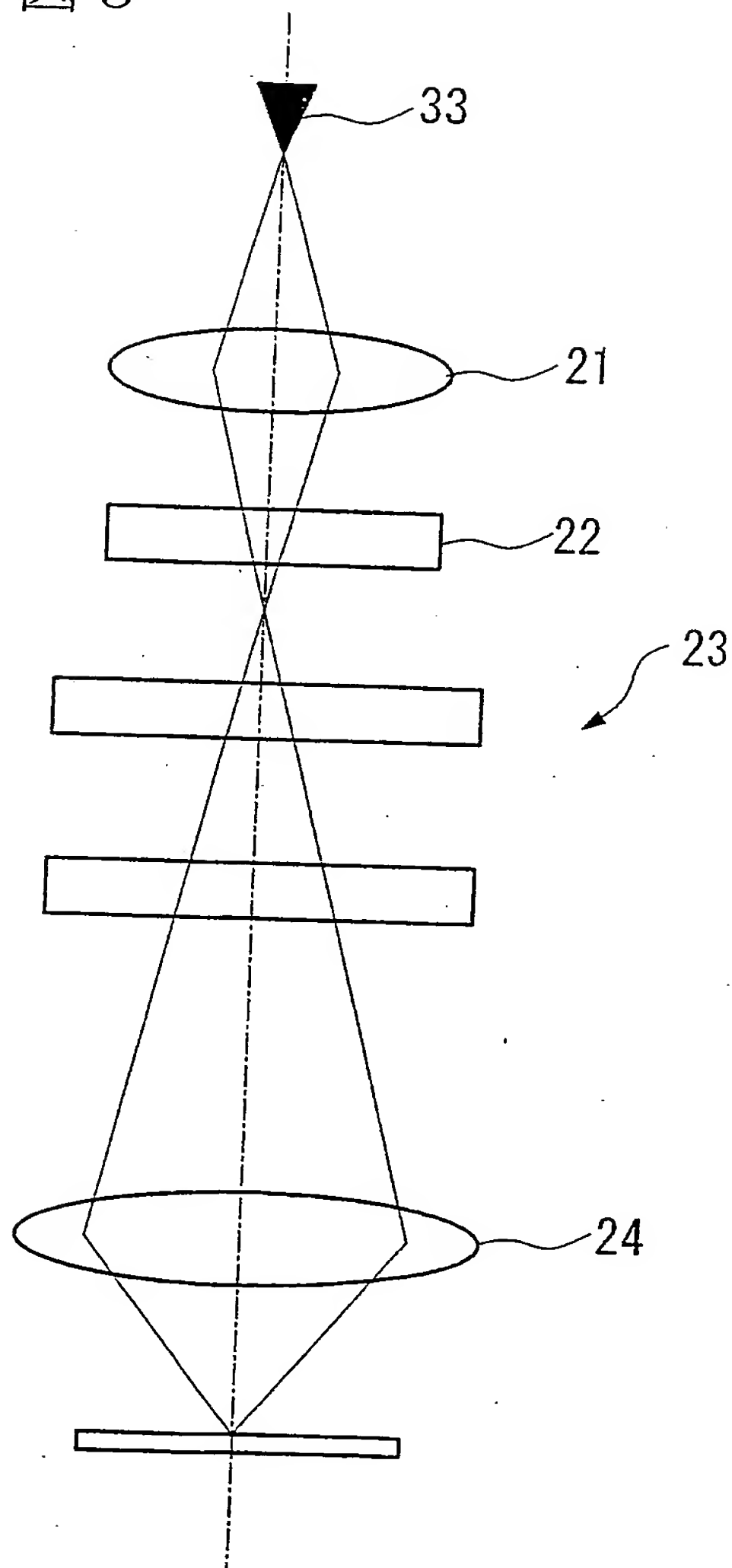


図 4

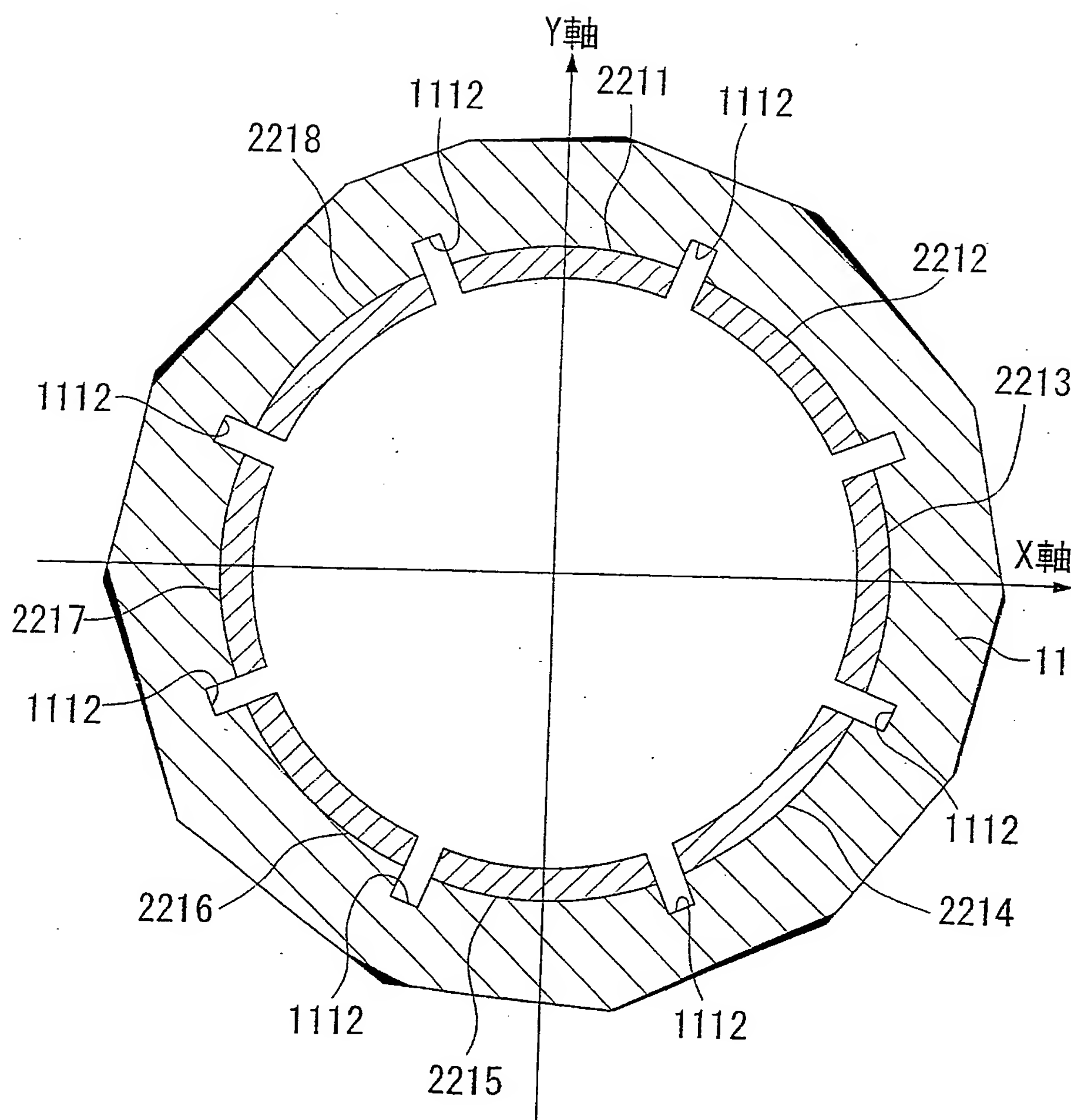


図 5

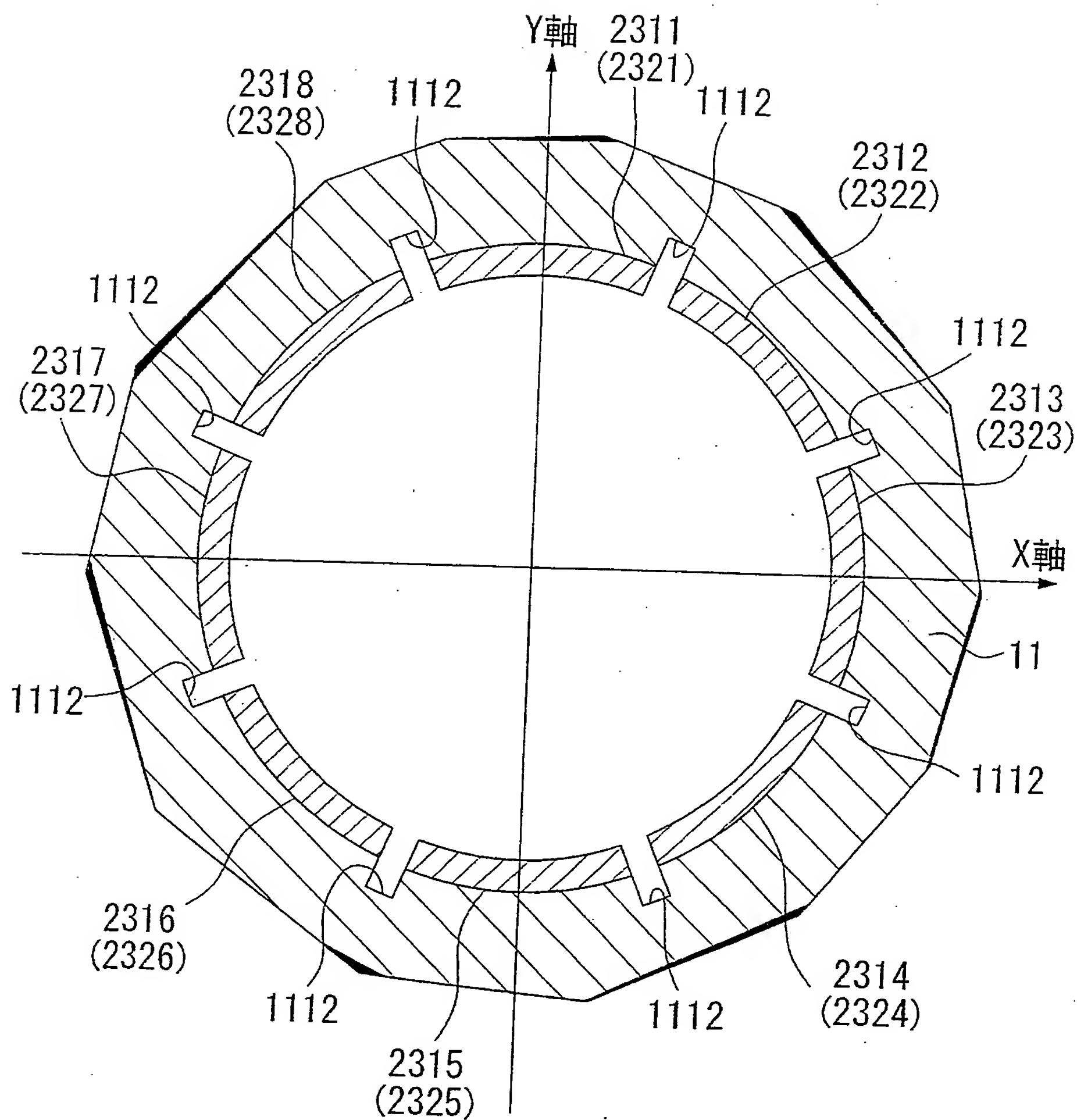


図 6

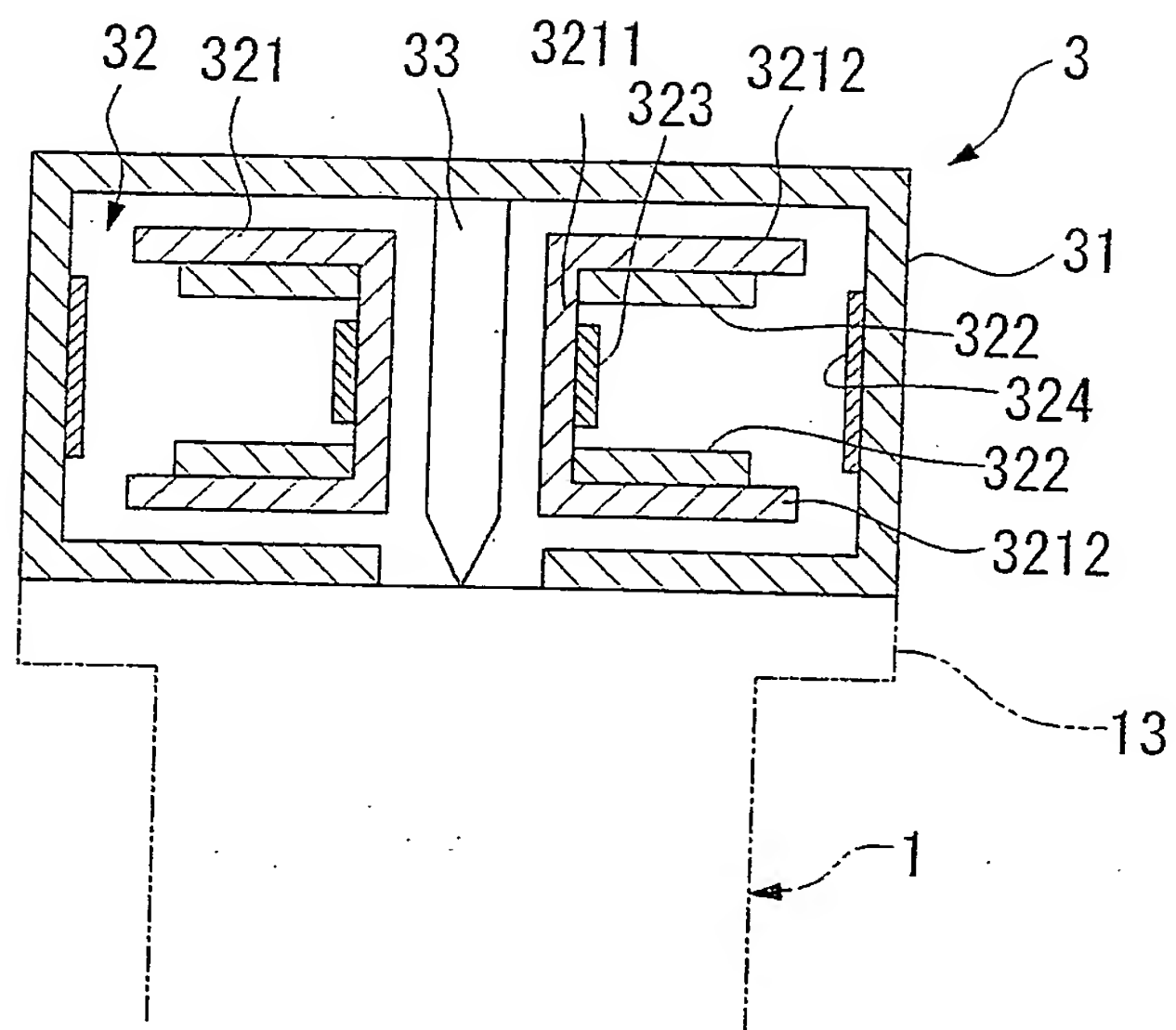


図 7

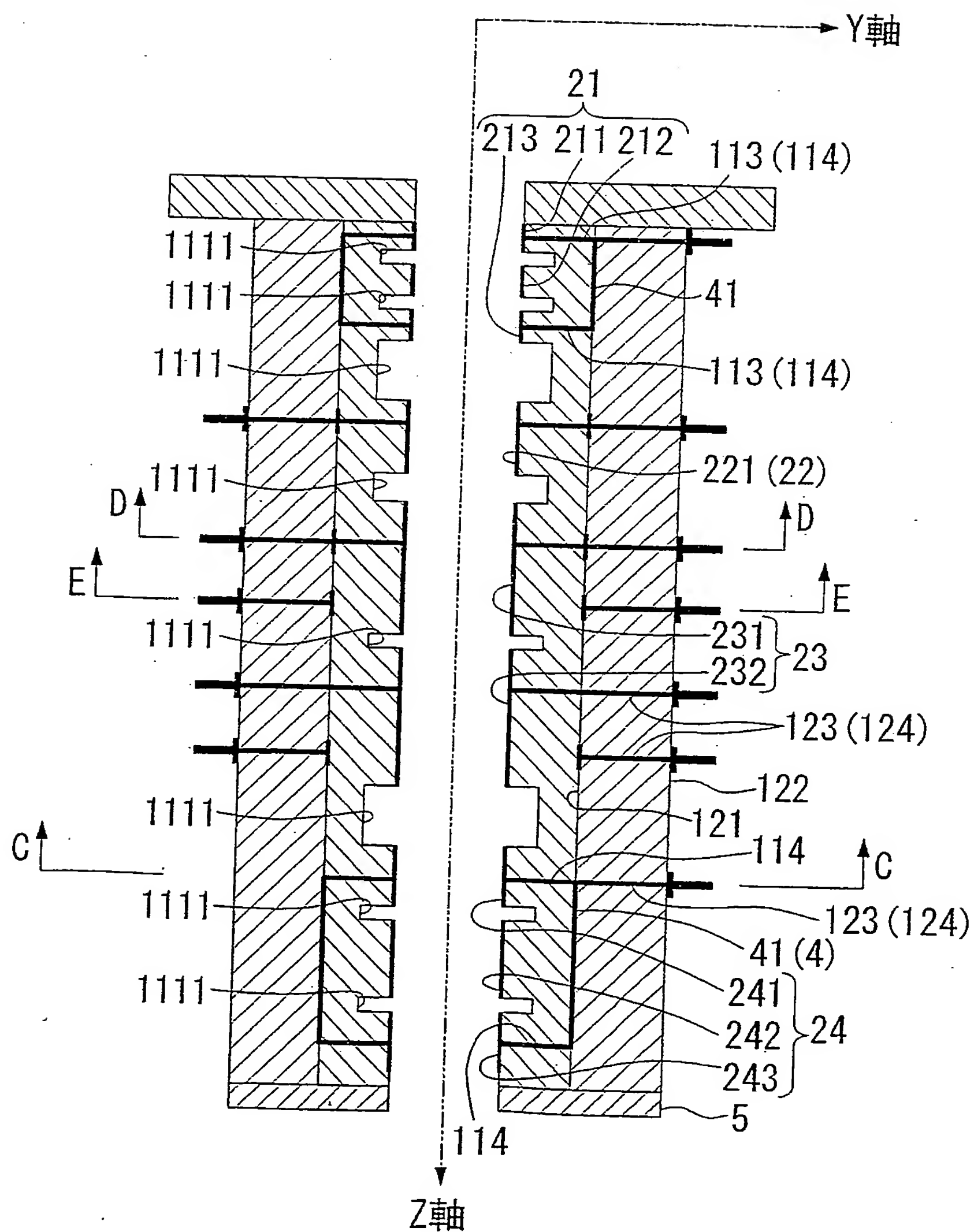




図 8

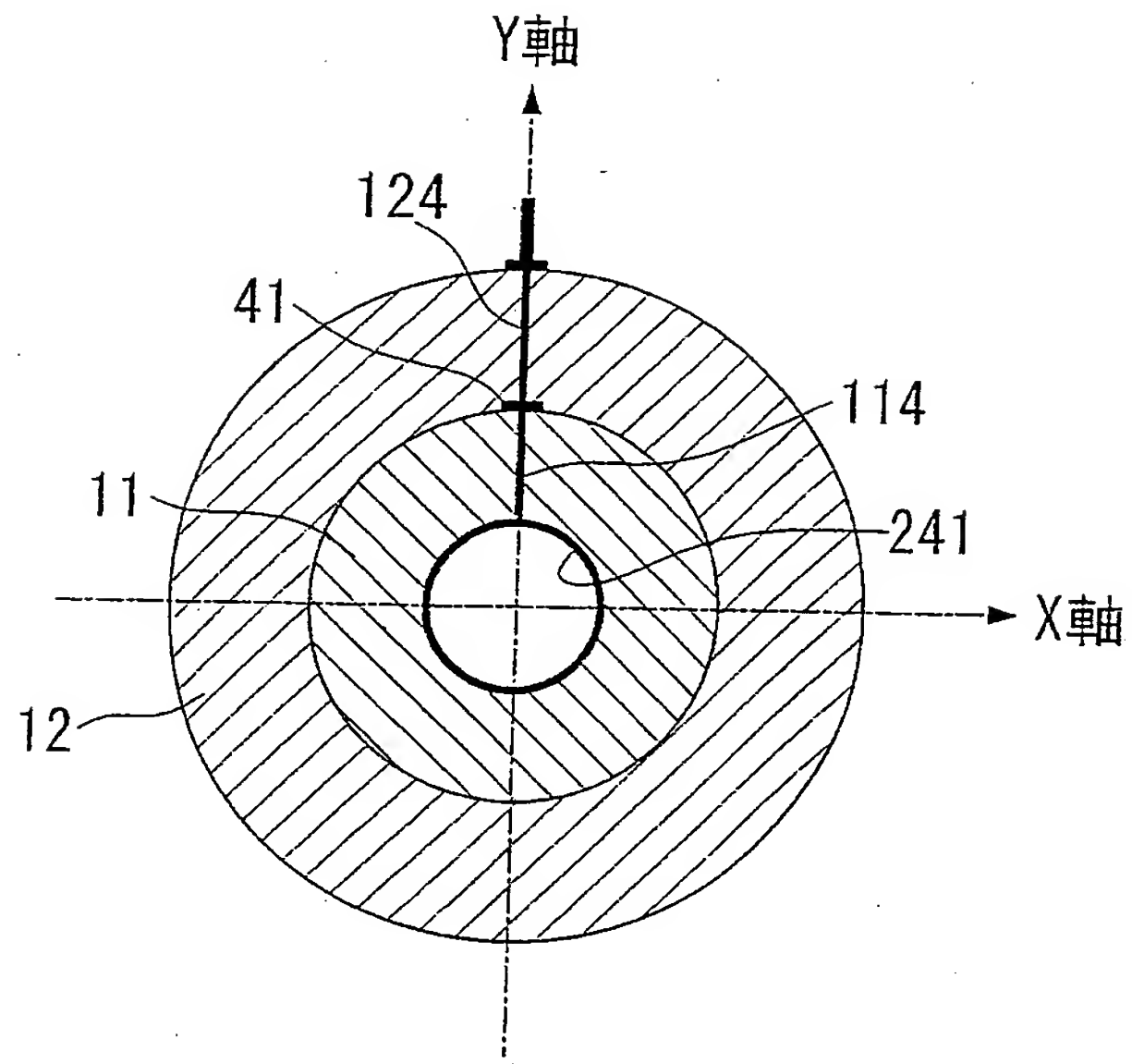


図 9

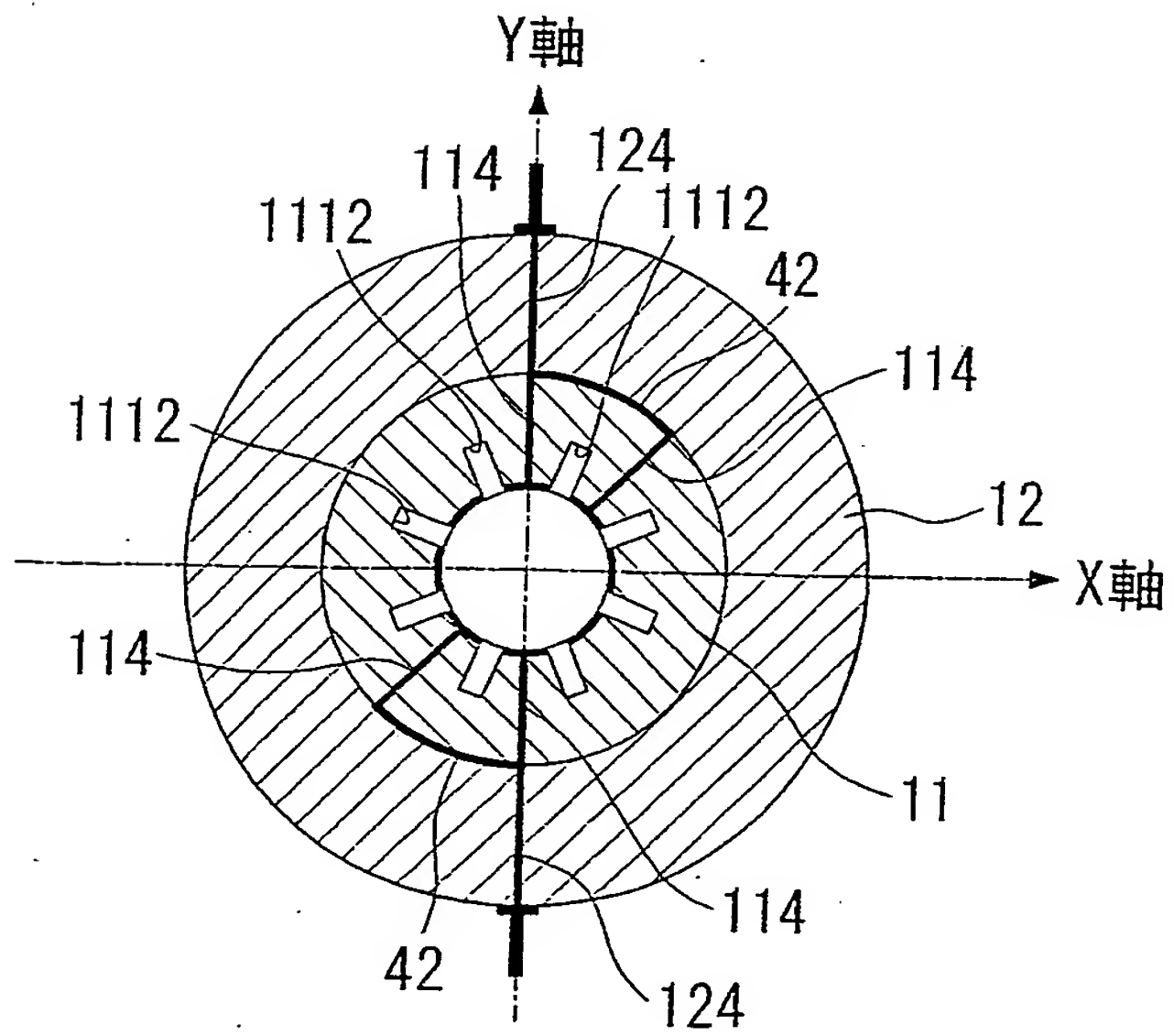


図 10

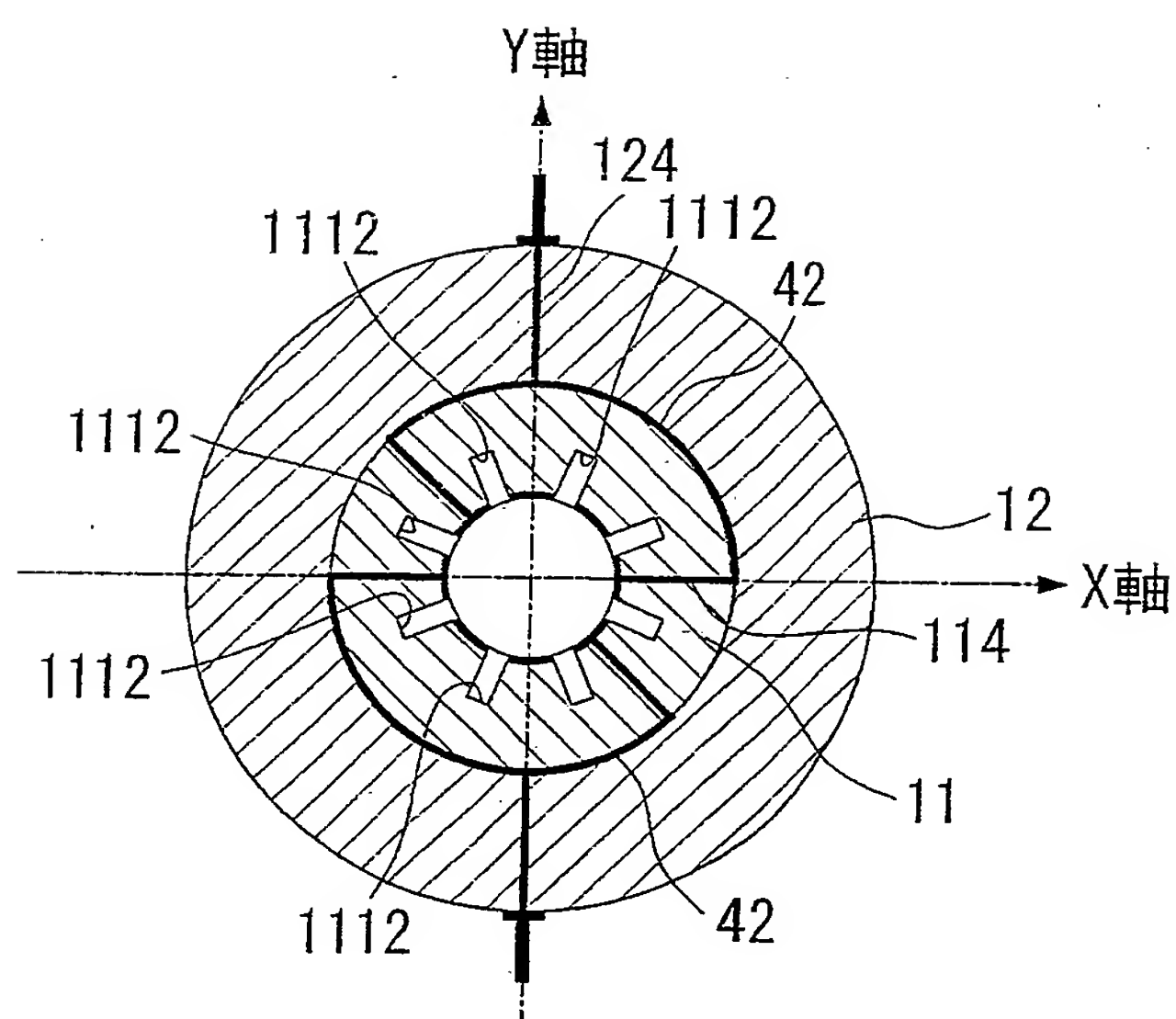


図 1 1 A

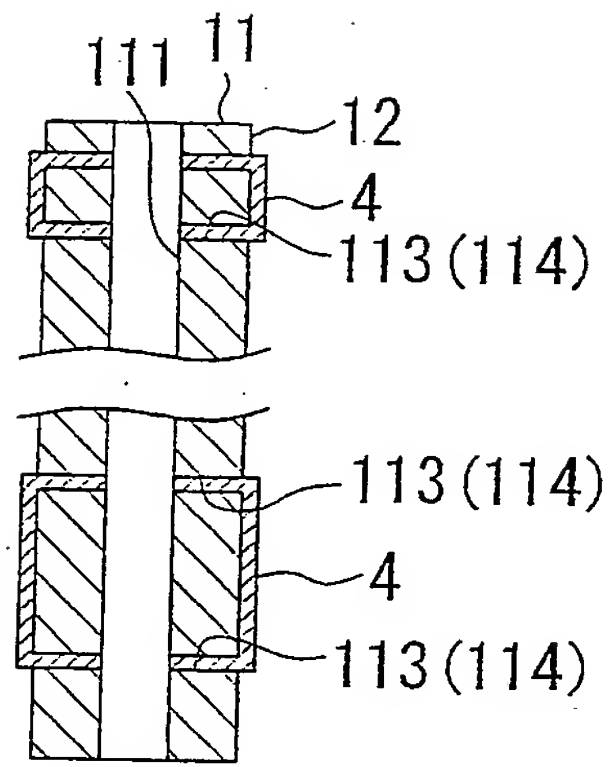


図 1 1 B

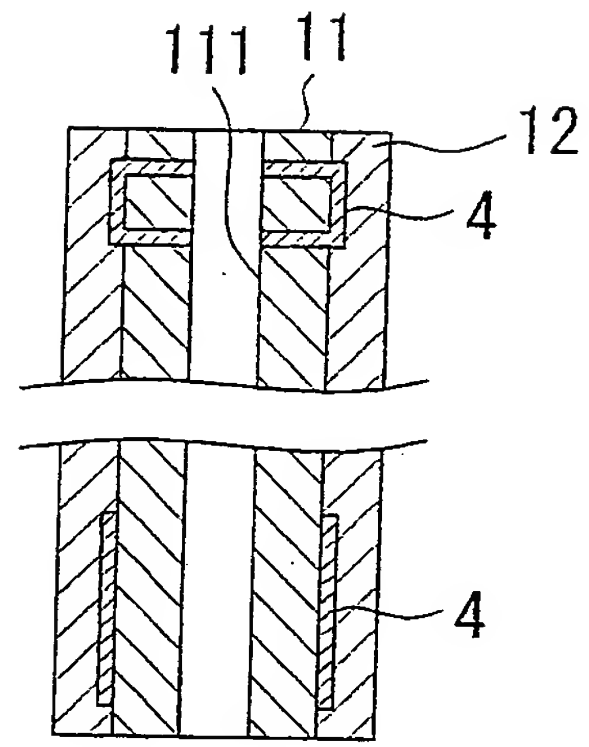


図 1 1 C

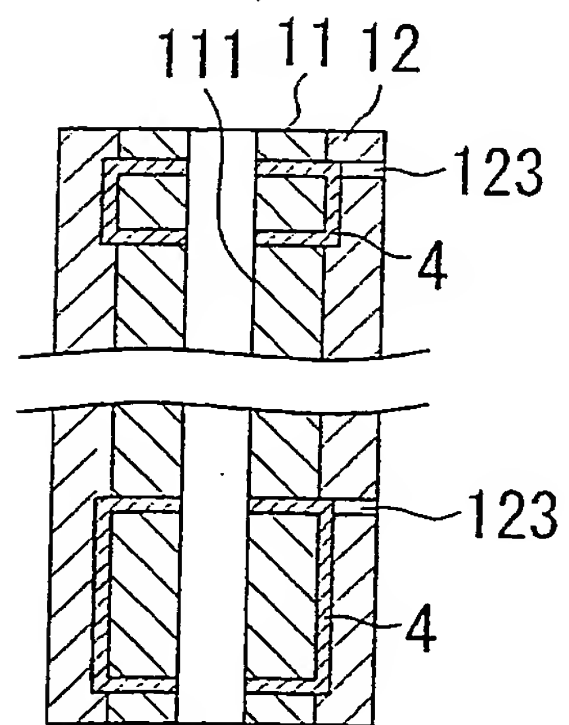
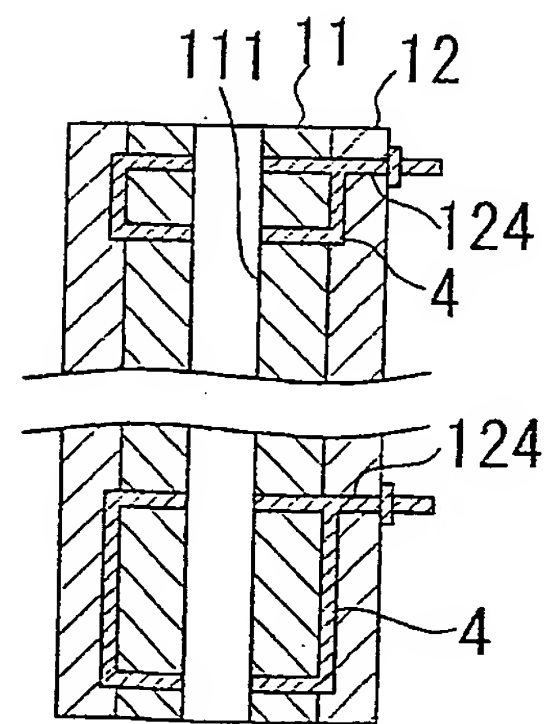
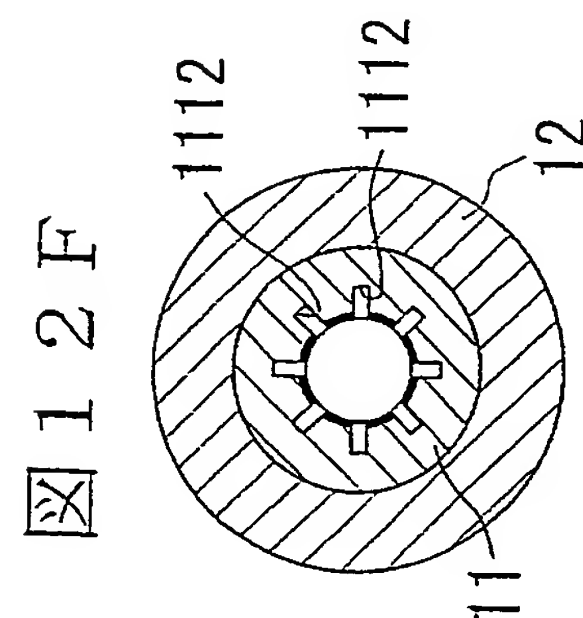
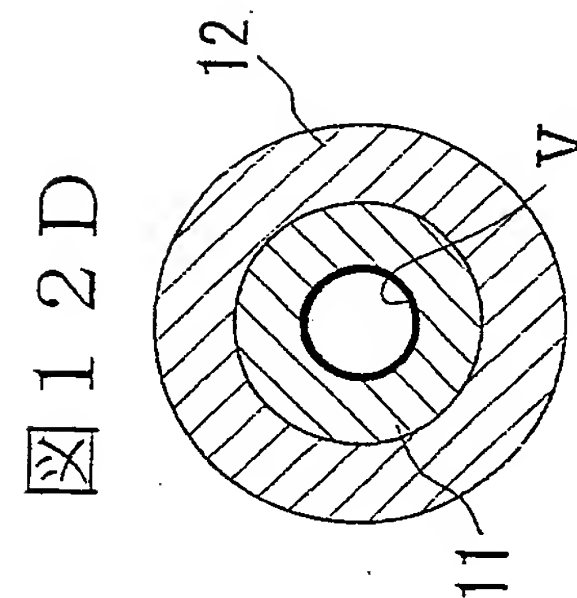
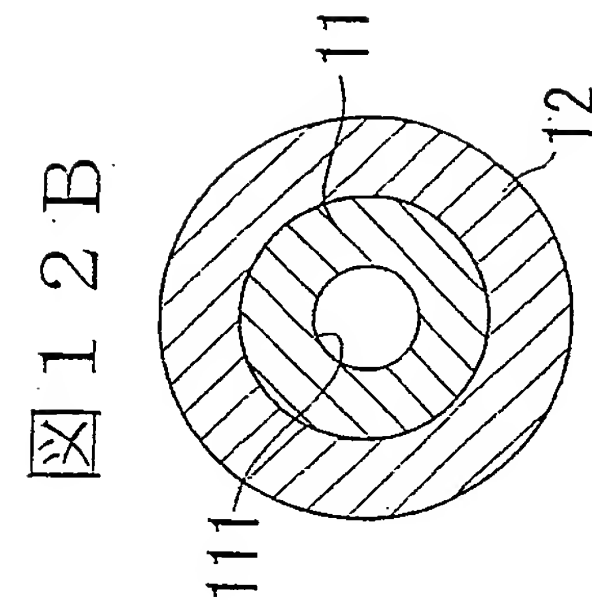
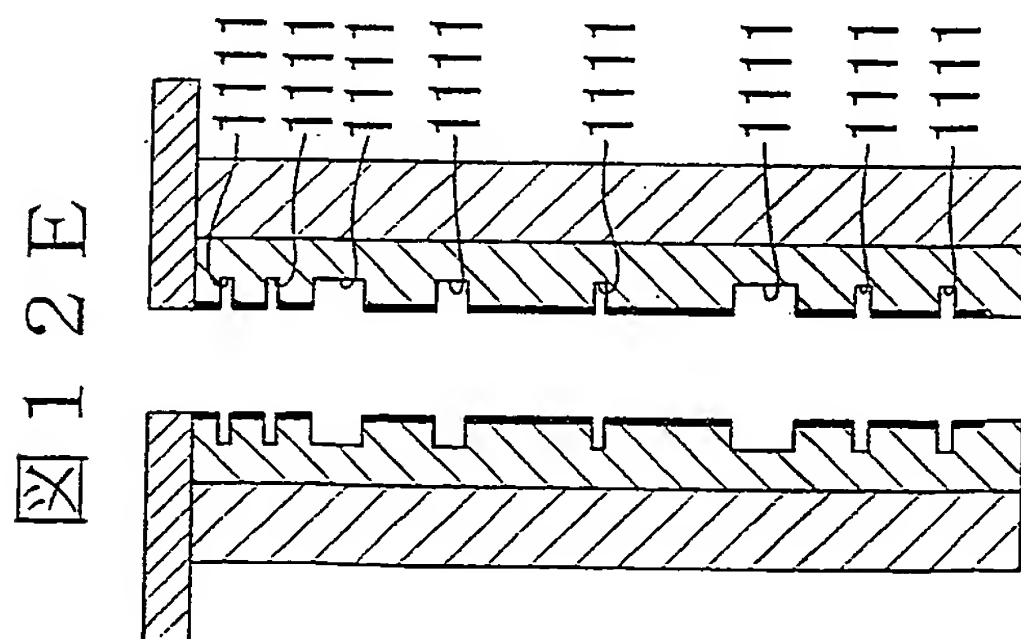
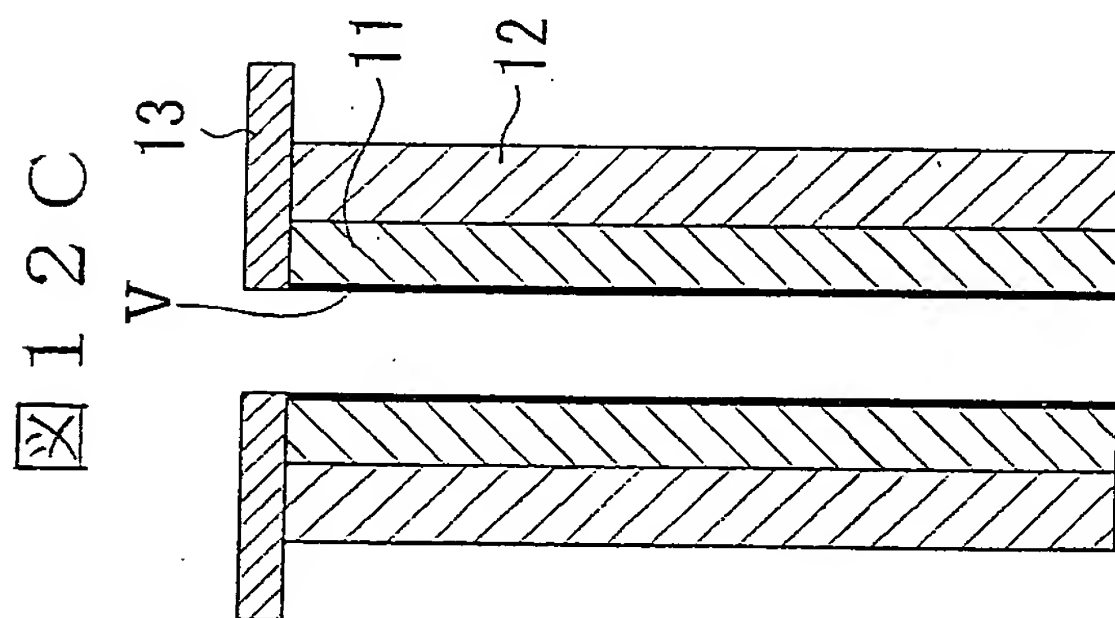
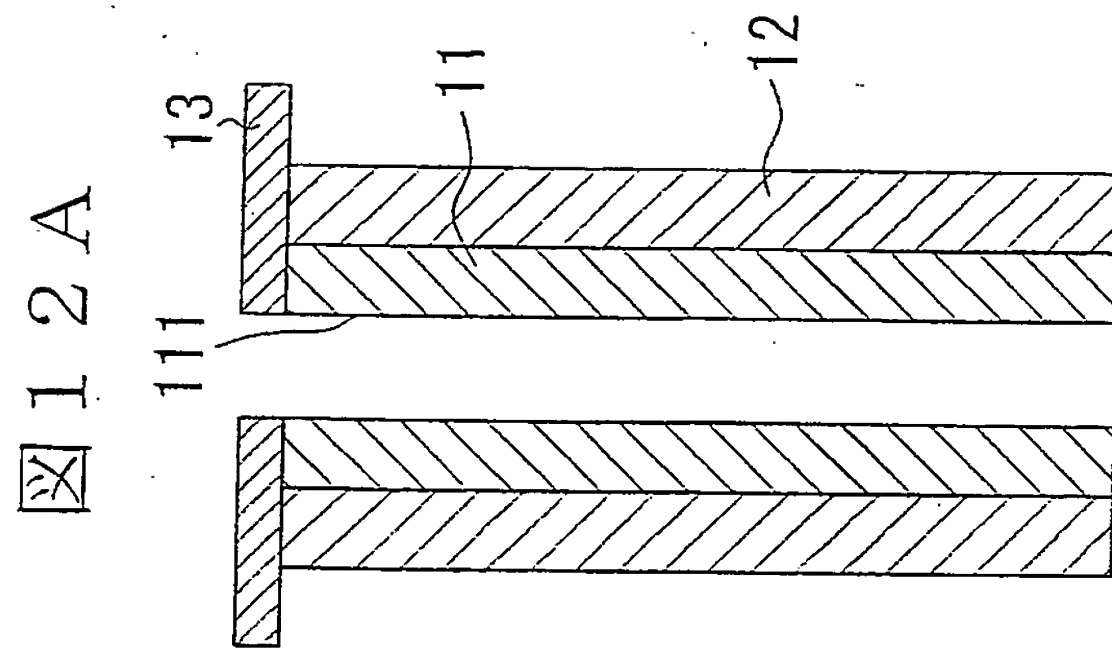


図 1 1 D





12/13

図 1 3

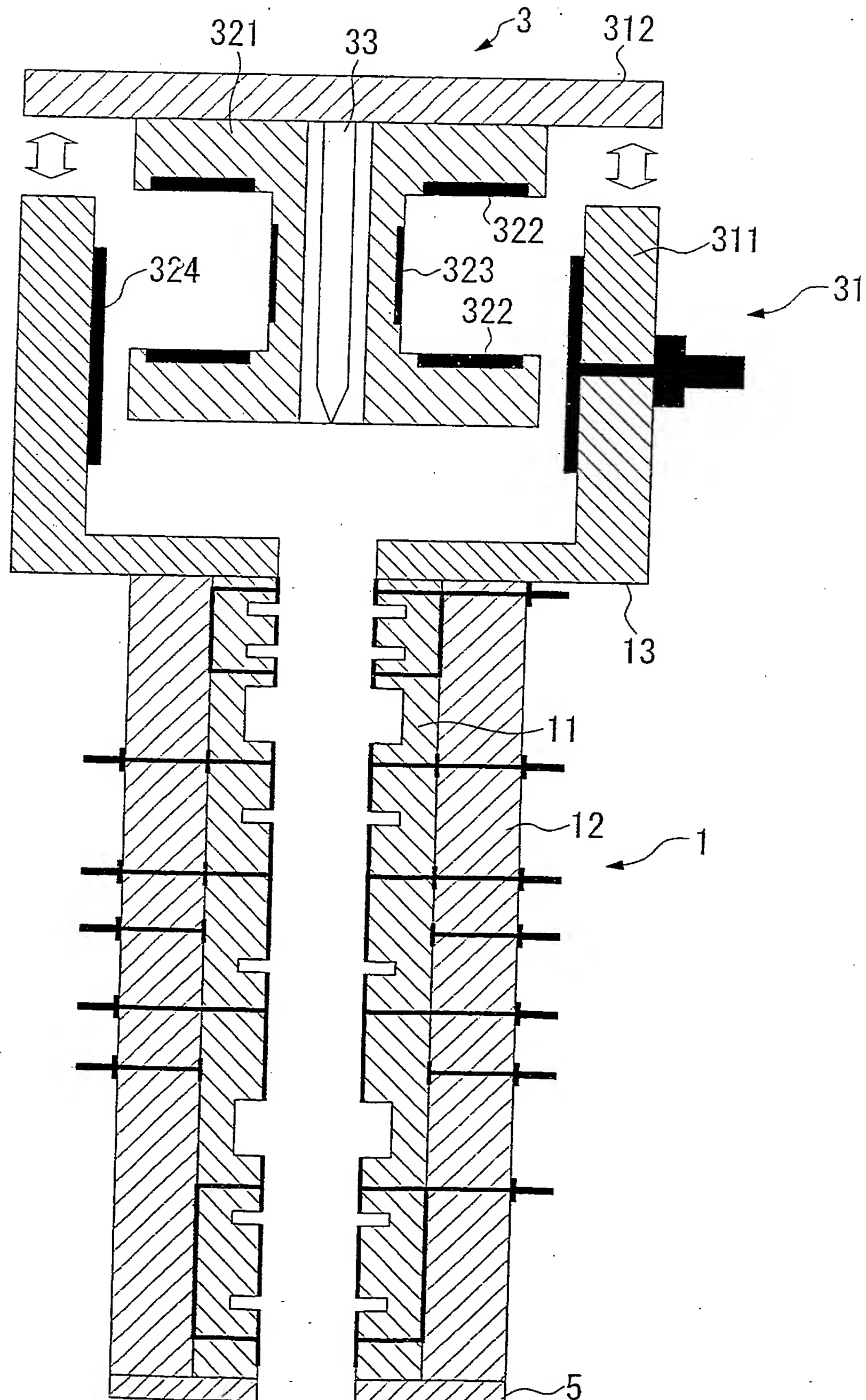
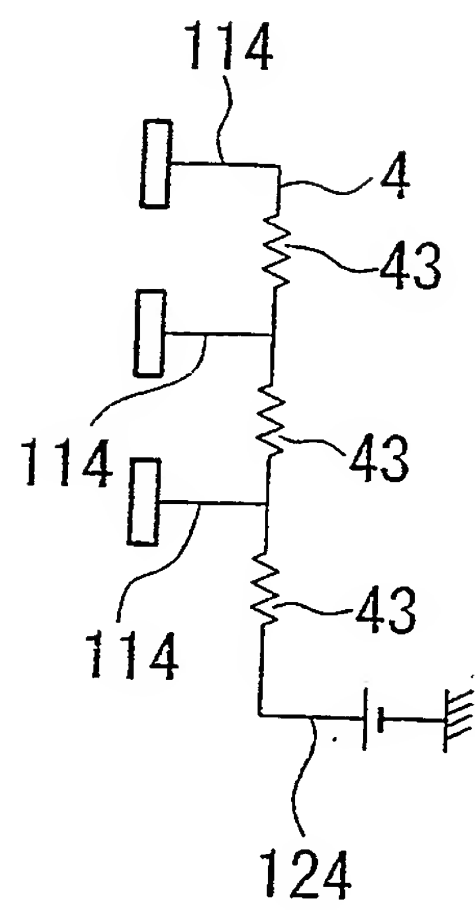


図 1 4





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**